

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.Н. Здрок

«30»

2020 г.

Регистрационный № УД-319/уч.

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:**

1-31 04 08 Компьютерная физика

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 08-2018, учебных планов №G31-220/уч. от 13.07.2018, №G31и-231/уч. от 20.03.2018.

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.Н. Козловский — старший преподаватель кафедры компьютерного моделирования физического факультета Белорусского государственного университета.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

С.В. Баханович — заместитель директора Института математики НАН Беларуси по научной и инновационной работе, кандидат физико-математических наук;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой компьютерного моделирования физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 16 от 25 мая 2020 г.);

Научно-методическим Советом БГУ (протокол № 5 от 17.06.2020)

Заведующий кафедрой
компьютерного моделирования
к.ф.-м.н., доцент

_____ О.Г. Романов

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины «Современные системы компьютерной алгебры» разработана для специальности высшего образования первой ступени 1-31 04 08 Компьютерная физика.

Современный уровень подготовки специалистов по компьютерному моделированию физических процессов обязан обеспечиваться хорошим знанием как основных концепций и методов моделирования в данной предметной области, так и свободным владением инструментальными методами и имеющимися на рынке автоматизированными средствами анализа и быстрой разработки систем. Таким образом, необходимо изучение таких пакетов компьютерной алгебры как Mathematica и MATLAB, ставших признанными лидерами этого сегмента рынка.

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины «Современные системы компьютерной алгебры» является формирование систематизированных навыков, знаний основных функций и возможностей программирования в системах Mathematica и MATLAB в области моделирования физических задач.

Программа согласована с другими дисциплинами специальности, логически продолжая курс «Численные методы в физике» с упором на практическое применение полученных знаний в системах компьютерной алгебры.

Задачи учебной дисциплины:

1. Формирование целостного представления об общих принципах использования систем компьютерной алгебры Wolfram Mathematica и MATLAB, основных интерфейсах взаимодействия компонентов вычислительной системы;
2. Усвоение основных конструкций языка Wolfram Language и MATLAB;
3. Формирование навыков импорта-экспорта данных в контексте проведения исследований физических процессов.

Дисциплина закладывает основные знания и умения, которыми должны владеть студенты для работы в пакетах Wolfram Mathematica и MATLAB с элементами пользовательского интерфейса в контексте моделирования физических процессов.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием

Учебная дисциплина относится к модулю «Интегрированные системы обработки данных и моделирования» компонента учреждения образования.

Связи с другими учебными дисциплинами.

Методической базой дисциплины являются курсы «Программирования», «Дифференциальных уравнений», «Уравнения

математической физики», знание которых необходимо для понимания материала студентами.

Требования к компетенциям

Освоение дисциплины «Современные системы компьютерной алгебры» должно обеспечить формирование следующей **специализированной** компетенции:

СК-2. Быть способным применять стохастические методы в физике, программные методы автоматизации эксперимента, современные информационные технологии в прикладных и научных исследованиях; владеть основными приемами и навыками разработки программного обеспечения для современных вычислительных платформ с использованием новейших программных технологий; владеть технологиями программирования на суперкомпьютерах.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные характеристики и классы решаемых задач для систем;
- структуру и основные группы функций в системах;
- синтаксис встроенных языков систем, его основные конструкции;
- особенности пользовательского интерфейса инструментальных систем;
- ограничения, накладываемые системами при выполнении моделирования;

уметь:

- конфигурировать и адаптировать систему под пользовательские предпочтения;
- сформулировать и алгоритмизировать простейшие задачи своей предметной области с использованием интегрированных систем;
- получить результаты моделирования в пригодной для дальнейшего использования форме;

владеть:

- навыками работы в системах Mathematica и MATLAB;
- навыками создания простейших моделей своей предметной области с использованием систем;
- навыками программирования на встроенных языках в системах.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 6 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Современные системы компьютерной алгебры» отведено:

- для очной формы получения высшего образования – 120 часов, в том числе 60 аудиторных часов, из них: лекции – 32 часов, практические занятия – 28 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Обзор современных систем компьютерной алгебры (Wolfram Mathematica, Matlab, Octave, Maxima, Maple).

История развития математических пакетов. Особенности систем символьных вычислений. Практическое применение систем компьютерной алгебры.

Тема 2. Интерфейс пользователя и работа системы Wolfram Mathematica. Основы синтаксиса.

Инсталляция и запуск системы Mathematica. Структура и идеология системы Wolfram Mathematica. Синтаксис языка Wolfram Language. Понятие о ноутбуках (notebook). Работа с ячейками (Cell).

Тема 3. Управление работой ядра системы (Kernel) в Wolfram Mathematica. Типы данных в системе Wolfram Mathematica.

Управление процессом вычислений. Выбор ядра системы. Работа со справочными ресурсами системы Mathematica. Работа с простыми типами данных. Функции работы со сложными типами данных.

Тема 4. Функции математического анализа и символьных преобразований в системе Wolfram Mathematica.

Преобразование многочленов. Применение подстановок. Работа с матрицами и списками. Вычисление пределов функций. Вычисление сумм, производных, интегралов в системе Wolfram Mathematica. Функции решения алгебраических и нелинейных уравнений. Решение дифференциальных уравнений.

Тема 5. Обработка данных и сигналов в системе Wolfram Mathematica.

Разложение функций в степенные ряды. Функции полиномиальной интерполяции и аппроксимации. Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье. Функции для работы с потоками и файлами.

Тема 6. Графические средства в системе Wolfram Mathematica.

Построение графиков функций одной переменной. Опции функции Plot. Комбинирование графиков, функция Show. Построение контурных графиков и графиков в полярной системе координат. Визуализация динамических процессов, функция Manipulate. Основные функции для построения 3D графиков. Опции функции Plot3D. Диаграммы. Графические примитивы.

Тема 7. Специальные средства программирования. Основы функционального программирования в среде Mathematica.

Типовые средства программирования. Атомарные выражения. Функции Map и MapAll. Функции пользователя. Шаблоны. Задание чистых и анонимных функций. Суперпозиция функций. Реализация рекурсивных и рекуррентных алгоритмов. Средства диагностики и сообщения об ошибках. Глобальные и локальные правила преобразований. Механизм верхних значений. Типовая структура пакетов расширения

Тема 8. Особенности системы MATLAB, интерфейс пользователя.

Назначение матричной системы MATLAB. Файловая система MATLAB. Основные объекты MATLAB. Работа MATLAB в режиме прямых вычислений.

Тема 9. Средства программирования, управление командной строкой в системе MATLAB.

Типы данных. Структура и свойства файлов сценариев. Структура m-файла-функции. Подфункции. Обработка ошибок. Конструкция try...catch. Функции управления окном командного режима.

Тема 10. Основные функции символьных преобразований. Программные средства 2D и 3D графики в системе MATLAB.

Алгебраические и арифметические функции. Формирование векторов и матриц. Операции с векторами и матрицами. Решение систем линейных уравнений. Функции решения алгебраических и нелинейных уравнений. Функции решения алгебраических и нелинейных уравнений. Решатели обыкновенных дифференциальных уравнений. Графики функций и данных. Контурные графики. Форматирование графиков. Объекты дескрипторной графики.

Тема 11. Программирование GUI. Основы объектно-ориентированного программирования.

Графический интерфейс пользователя GUI. Окно создания нового приложения с GUI. Основные команды для создания GUI. Свойства объектов GUI. Классы объектов. Handle- и inline- функции.

Тема 12. Расширения системы MATLAB. Пакет расширения Simulink.

Классификация расширений системы MATLAB. Визуально-объектное программирование. S-модель. Сборка блок-схемы S-модели. Блоки Simulink (Разделы Sinks, Sources, Continuous, Math Operations).

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	
1	Обзор современных систем компьютерной алгебры (Wolfram Mathematica, Matlab, Octave, Maxima, Maple).	2		
2	Интерфейс пользователя и работа системы Wolfram Mathematica. Основы синтаксиса.	2		
3	Управление работой ядра системы (Kernel) в Wolfram Mathematica. Типы данных в системе Wolfram Mathematica.	2	2	Устный опрос
4	Функции математического анализа и символьных преобразований в системе Wolfram Mathematica.	4	4	Устный опрос
5	Обработка данных и сигналов в системе Wolfram Mathematica.	2	2	Устный опрос, рефераты
6	Графические средства в системе Wolfram Mathematica.	2	4	Отчет по практическим занятиям
7	Специальные средства программирования. Основы функционального программирования в среде Mathematica.	4	4	Компьютерное тестирование, рефераты
8	Особенности системы MATLAB, интерфейс пользователя.	2		

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	
9	Средства программирования, управление командной строкой в системе MATLAB.	2	2	Устный опрос
10	Основные функции символьных преобразований. Программные средства 2D и 3D графики в системе MATLAB.	4	4	Отчет по практическим занятиям
11	Программирование GUI. Основы объектно-ориентированного программирования.	4	4	Рефераты
12	Расширения системы MATLAB. Пакет расширения Simulink.	2	2	Компьютерное тестирование
	Всего	32	28	Зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Виртуальный учебник по Wolfram Mathematica <https://reference.wolfram.com/language/tutorial/VirtualBookOverview.html>
2. B. Torrence, E. A. Torrence The Student's Introduction to Mathematica and the Wolfram Language, 3rd Edition, Cambridge University Press, 2019, 544p.
3. В.П. Дьяконов Mathematica 5.1/5.2/6 Программирование и математические вычисления, М. ДМК-Пресс, 2008. – 576 с.
4. Документация по текущей версии системы Wolfram Mathematica: <https://reference.wolfram.com/language/>
5. В. П. Дьяконов MATLAB. Полный самоучитель. – М.: ДМК-Пресс, 2012. – 768 с.
6. И.В. Черных SimuLink – среда создания инженерных приложений, М, ДиалогМИФИ, 2004.
7. Документация по текущей версии системы MATLAB: <https://www.mathworks.com/help/matlab/index.html>

Перечень дополнительной литературы

1. Д. Поттер Вычислительные методы в физике. М.: Мир, 1975
2. В. А. Ильина, П. К. Силаев Численные методы для физиков-теоретиков, т. 1,2, М., 2003

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать устный опрос, компьютерное тестирование, рефераты и отчеты по практическим занятиям. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Оценка компьютерного тестирования и отчетов по практическим занятиям проводится по десятибалльной шкале. Формой текущей аттестации по дисциплине «Современные системы компьютерной алгебры» учебным планом предусмотрен зачет.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- устный опрос – 20 %;
- подготовка реферата – 30 %;
- выполнение компьютерного теста – 25 %;
- отчеты по практическим занятиям – 25%.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости.

Примерная тематика практических занятий

1. Работа с простыми и сложными типами данных в системе Wolfram Mathematica. Манипуляции с элементами списков.
2. Решение нелинейных уравнений и интегралов с помощью встроенных функции Wolfram Mathematica.
3. Разложение функций в степенные ряды. Функции полиномиальной интерполяции и аппроксимации в системе Wolfram Mathematica.
4. Визуализация данных, полученных в результате численного решения однородных дифференциальных уравнений. Использование функции Manipulate.
5. Реализация рекурсивных и рекуррентных алгоритмов в системе Wolfram Mathematica. Численное решение уравнений в частных производных в системе Wolfram Mathematica.
6. Управление окном командного режима в MATLAB.
7. Решатели обыкновенных дифференциальных уравнений. Графики функций и данных в MATLAB.
8. Программирование GUI для визуализации данных моделирования.
9. Создание S-модели математического маятника в Simulink.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса по дисциплине используются:

- **метод группового обучения**, который представляет собой форму организации учебно-познавательной деятельности студентов,

предполагающую функционирование разных типов малых групп, работающих как над общими, так и специфическими учебными заданиями;

- **метод учебной дискуссии**, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме. Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Основой методики организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине является предоставление студентам необходимой для работы информации, а также обеспечение регулярных консультаций преподавателя и периодичной отчетности по различным видам учебной и самостоятельной деятельности.

В открытом доступе для студентов размещается следующая информация:

- программа курса с указанием основной и дополнительной литературы;
- учебно-методические материалы;
- график консультаций преподавателя;
- вопросы для проведения зачета.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Основные структуры и элементы системы Mathematica. Назначение системы, основные структурные компоненты, система помощи.
2. Синтаксис системы Mathematica. Основные арифметические операции, системные константы и их обозначения. Атомарные выражения.
3. Встроенные математические функции в системе Mathematica, работа с комплексными числами. Стандартные алгебраические операции и преобразования.
4. Преобразования многочленов, подстановки в системе Mathematica.
5. Работа с матрицами, решение системы алгебраических уравнений в системе Mathematica.
6. Основные операции математического анализа в системе Mathematica: функции и их свойства для вычисления сумм, производных, пределов.
7. Вычисление интегралов и решение алгебраических и трансцендентных уравнений в системе Mathematica.

8. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений в системе Mathematica. Основные функции и методы решения.
9. Особенности решения дифференциальных уравнений в частных производных в системе Mathematica.
10. Основные графические примитивы в системе Mathematica. Изменение стиля и комбинирование построенных рисунков.
11. Графические функции двумерной и трехмерной графики, их опции в системе Mathematica.
12. Формирование сложных графических объектов, анимация в системе Mathematica.
13. Основные программные конструкции в системе Mathematica. Структуры выполнения, операторы выбора, циклы, составные операторы.
14. Шаблоны, глобальные и локальные правила преобразований в системе Mathematica.
15. Назначение и особенности систем MATLAB. Файловая система MATLAB.
16. Основные объекты MATLAB. Математическое выражение, форматы чисел, константы и системные переменные.
17. Основные графические функции двумерной графики и их опции в системе MATLAB. Графические объекты и их иерархия, свойства графических объектов и работа с ними.
18. Графические функции трехмерной графики и их опции в системе MATLAB, формирование сложных графических объектов.
19. Основные операции математического анализа в системе MATLAB. Вычисление интегралов, решение систем линейных уравнений.
20. Вычисление корней алгебраических и трансцендентных уравнений в системе MATLAB. Анонимные функции.
21. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений в системе MATLAB. Численные методы, используемые для решения ОДУ в системе MATLAB. Особенности использования различных методов.
22. Пакет решения систем дифференциальных уравнений в частных производных в системе MATLAB.
23. Особенности работы пакета `pdetool` с графическим интерфейсом. Решение задач эллиптического, параболического и гиперболического типа.
24. Структура и свойства `m`-файлов сценариев и `m`-файлов-функций в системе MATLAB. Обработка ошибок и комментарии.
25. Разработка графического интерфейса пользователя в системе MATLAB.
26. Назначение и особенности пакета Simulink. Создание моделей в пакете Simulink.
27. Общая характеристика библиотеки блоков Simulink.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей уч. программу (с указанием даты и номера протокола)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

на ____ / ____ учебный год

№№ Пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
компьютерного моделирования
(протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой
компьютерного моделирования
к.ф.-м.н., доцент

_____ О.Г. Романов

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
к.ф.-м.н., доцент

_____ М.С. Тиванов